

Amplificadores Operacionais

Amplificadores Operacionais (Circuitos Internos)

Amplificadores Operacionais

Amp. Op. uA741

1964 - Bob Widlar (e time) projeta o primeiro amp. op.: o 702

- Possuía 9 transistores, ganho total de 1000 x
- Custo: 300 dólares cada amplificador

1965 - Bob Widlar (e time) projeta o 709 (já bem próximo do 741)

- Ganho de malha aberta de 60.000 x
- Não possuía circuito de proteção contra curto-circuito.

Amplificadores Operacionais

Amp. Op. uA741

Bob Widlar deixa a *Fairchild* e *Dave Fullagar* continua o projeto de amplificadores. Em 1968 nasce o uA741, o amplificador operacional mais popular já produzido.

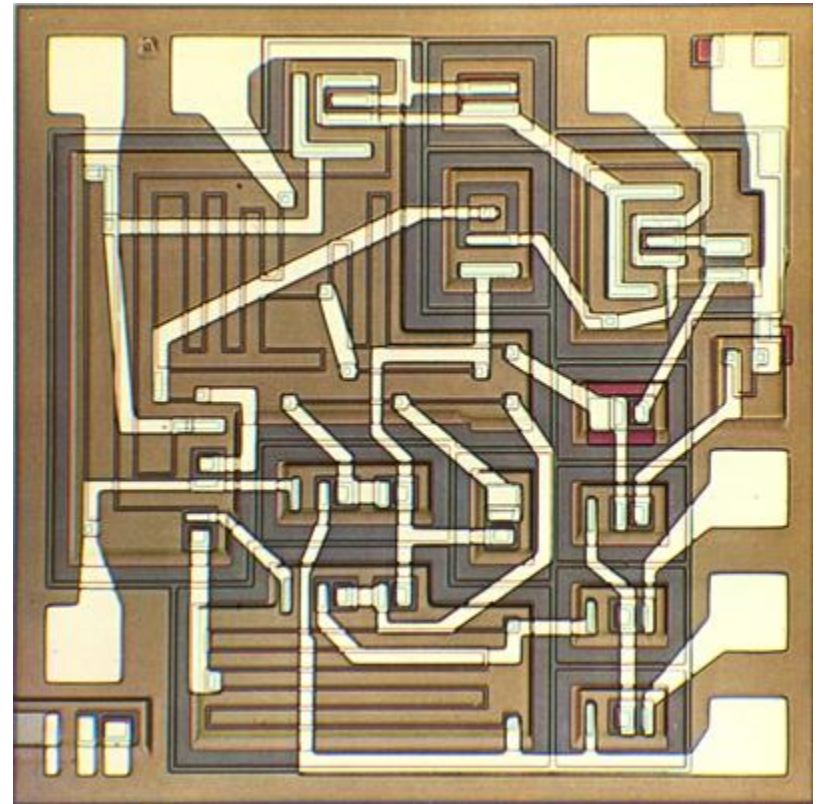
- Praticamente o mesmo projeto do uA709, porém com uma diferença importantíssima: **Capacitor de compensação interna!**
- Outra alteração foi a inclusão de transistores para a proteção contra curtos-circuitos.
- Ganho de malha aberta de aprox. 250.000 x

Amplificadores Operacionais

Amp. Op. uA741



Bob Widlar



uA709 – Amp. Op. de alto desempenho

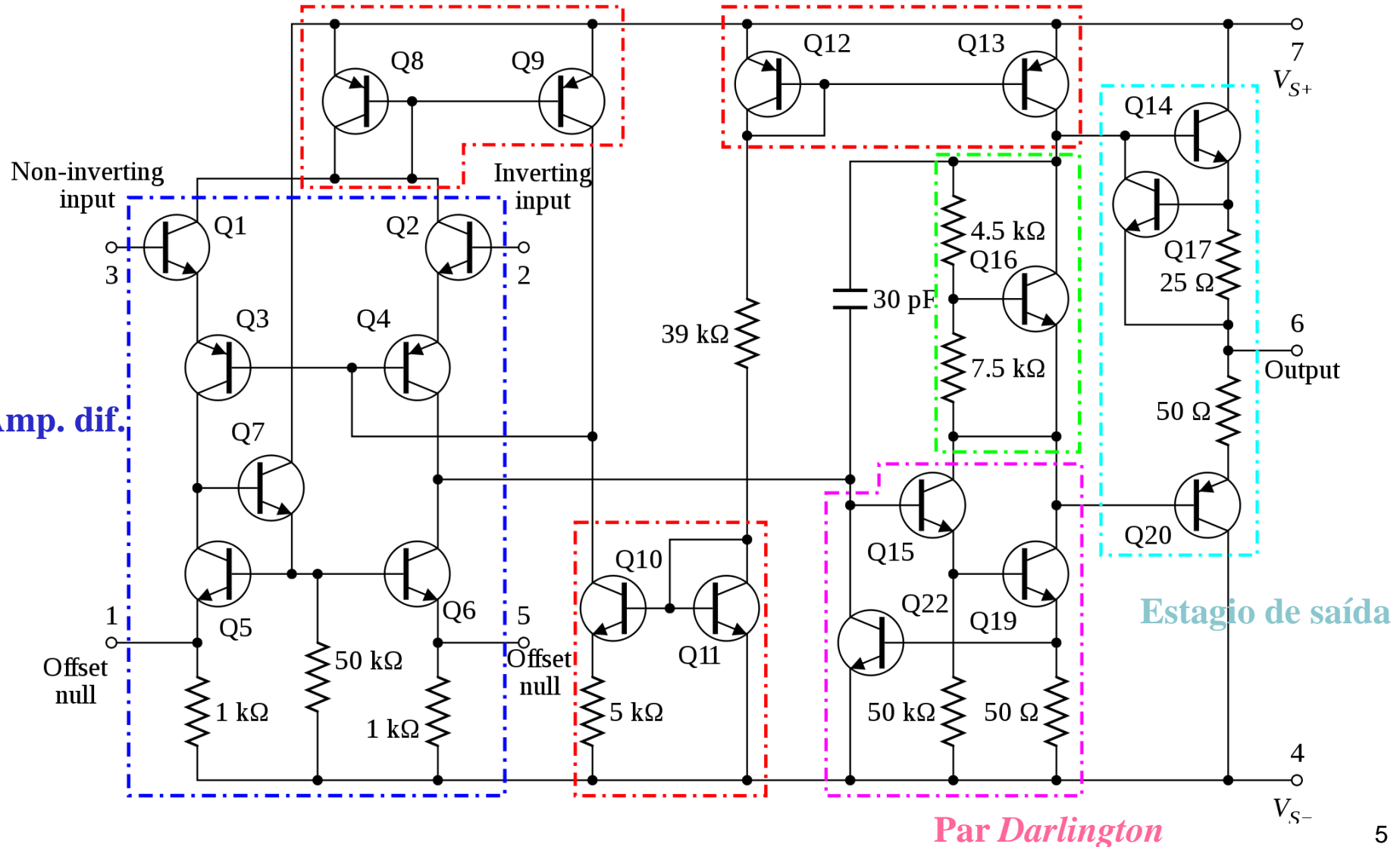
Amplificadores Operacionais

Espelhos corrente

Amp. Op. uA741

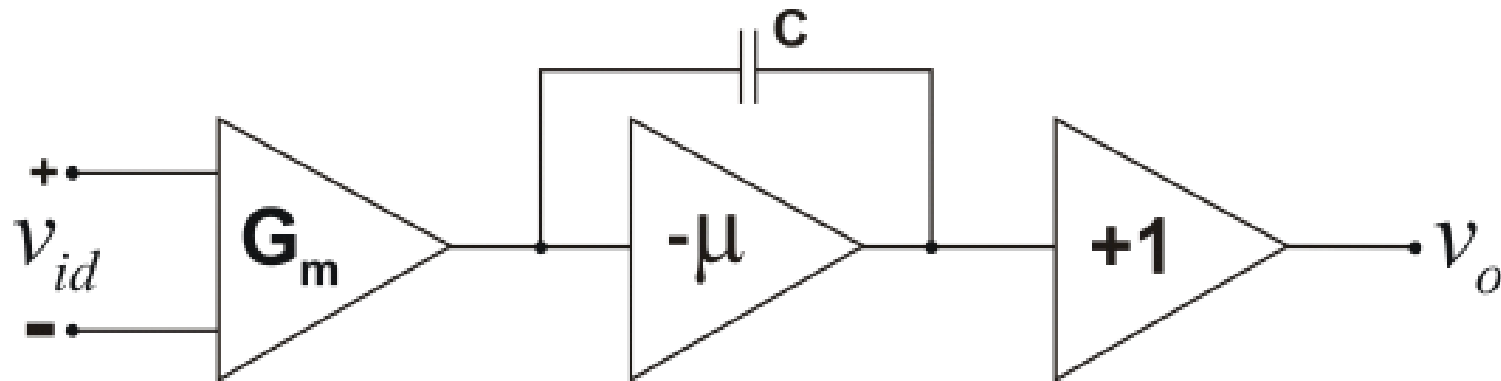
Deslocador de nível

Amp. dif.



Amplificadores Operacionais

Composição básica de um Amp. Op. com capacitor de compensação



Amplificadores Operacionais

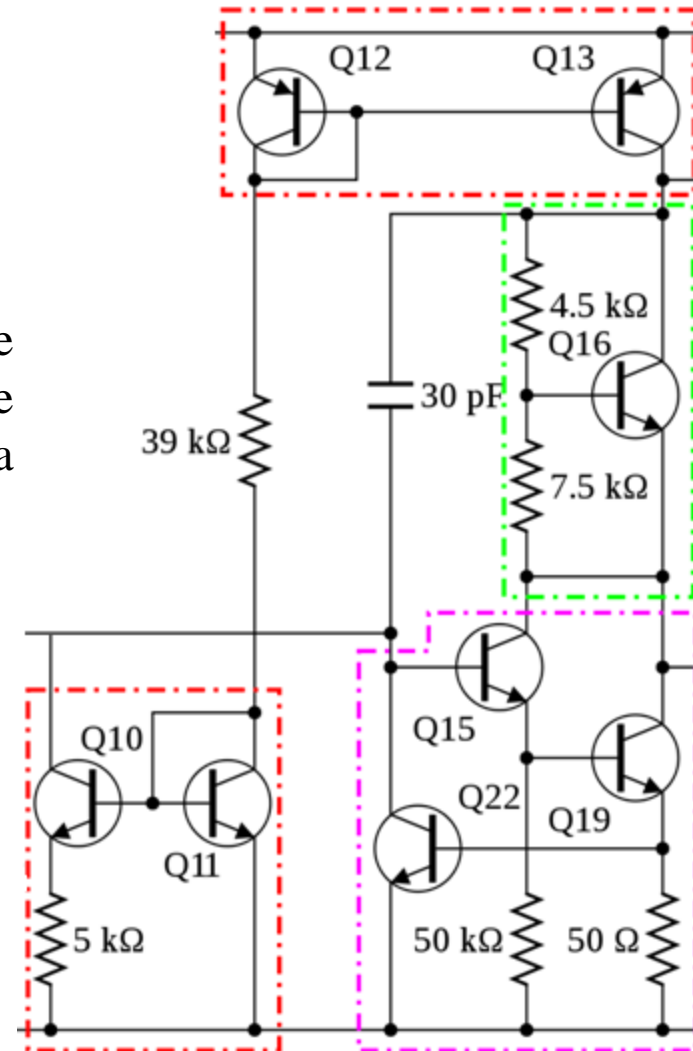
Estágio intermediário (saída simples)

O estágio consiste basicamente na formação do Par *Darlington* (alto ganho) dos transistores Q15 e Q19. O transistor Q22 evita a saturação eliminando a corrente de base de Q15.

A corrente de polarização é obtida pelo resistor de 39 k Ω e pelo espelho formado por Q12 e Q13 e pelo espelho de *Widlar* (Q10, Q11 e 5k Ω). Essa corrente também é usada para polarizar outras partes do circuito (I_{REF}).

O circuito no transistor Q16 é um deslocador de tensão (*level shifter*), chamado de multiplicador de V_{BE} . Ele atua de maneira a estabilizar a tensão na junção coletor-emissor independente da corrente que passa pelo transistor.

O capacitor de 30pF garante a compensação em frequência do amplificador (-20dB/dec)

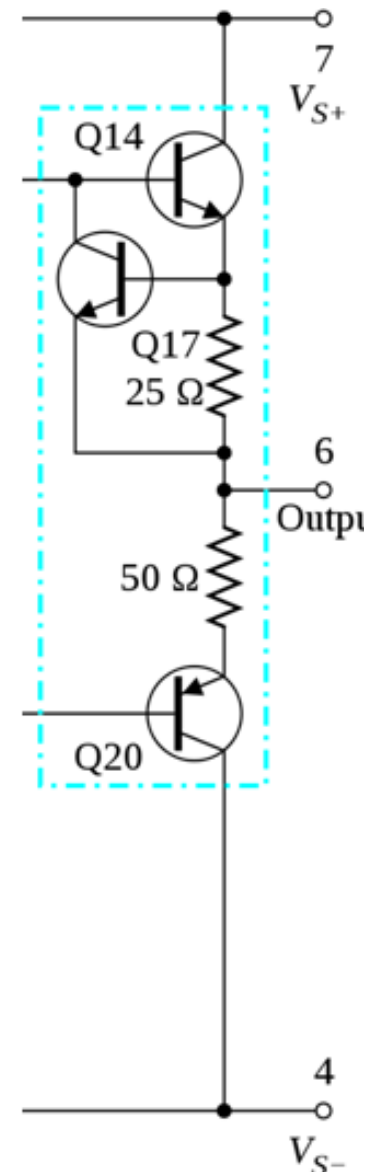


Amplificadores Operacionais

Estágio de saída

O estágio de saída é formado pelos transistores Q14 e Q20 numa configuração classe AB *push-pull*. Usa-se a polarização do estágio anterior com o multiplicador de V_{BE} , Q16. Essa configuração gera uma baixa impedância de saída.

O resistor de $25\ \Omega$ limita a corrente de saída do uA741 por volta de 25 mA.



Amplificadores Operacionais

SPICE

Simulação de um Amp. Operacional

Amplificadores Operacionais

Sugestão de Estudo:

-Sedra & Smith 5ed.

-Cap. 9, item 9.3, 9.4, 9.5 e 9.6

http://en.wikipedia.org/wiki/Operational_amplifier

Exercícios correspondentes.